УДК 578.08:598.2

О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Д. В. Владышевский

(Карпатский филиал Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации)

При разработке наиболее эффективных методов учета численности животных, а также решении многих других вопросов, стоящих перед экологией, исследователям постоянно приходится изучать характер распределения различных видов на той или иной территории. Не касаясь тех конкретных и исключительно многообразных целей, для которых проводятся эти работы, отметим основную их тенденцию — повышение требований к точности данных. Возможным методическим приемом, позволяющим получать более достоверные сведения, является использование методов вариационной статистики. Чтобы этот метод можно было применить, к исходным данным предъявляют ряд требований. Наиболее важное из них — получение вариант, принадлежащих к той генеральной совокупности, характеристика которой является целью исследования. Рассмотрим на примере учета численности птиц, каким образом рационально решить такую задачу.

При учетах численности пернатых данные о характере их распространения в том или ином биотопе обычно получают в результате обработки материалов по сериям пробных площадок или учетных маршрутов. Помимо самой техники подсчета, которой мы не касаемся, важной методической трудностью таких работ является выбор достаточно большого и однородного участка территории (одного или нескольких), рассматриваемого в качестве эталона изучаемого биотопа или биоценоза. Сложен подбор места учета по ряду причин. Прежде всего границы между биоценозами (или биотопами) часто весьма нечетки. Лесотипологические и геоботанические классификации, обычно используемые в качестве основы при выделении биотопов, знакомы далеко не всем зоологам, да и использование этих классификаций часто затруднительно, что связано с высокой их дробностью, не оправдывающейся при экологических исследованиях многих групп позвоночных, в том числе и птиц. Поэтому в настоящее время экологи предпочитают работать в наиболее четко выраженных биоценозах, характеризующихся достаточно однородными условиями существования. Условие однородности среды особенно трудно соблюдать в густонаселенных районах страны, где мозаичность ландшафта сильно возросла в результате действия антропических факторов.

Все сказанное заставляет нас изыскивать такие методы исследований, которые позволили бы получать максимальную информацию о характере распределения животных на небольших площадях, где легче соблюсти требование однородности экологической обстановки. Однако такому требованию учет на пробных площадках не отвечает, поскольку при его применении теряется информация о характере распределения животных в пределах каждой отдельной площадки. Присущ ему и другой существенный недостаток, суть которого сводится к следующему. Огромное большинство животных, и особенно птицы, имеет индивидуальные участки. Размеры этих участков, расстояние между ними, является основной биологической характеристикой распределения животных. В то же время данные по сериям площадок характеризуют его лишь косвенно, что подробно рассмотрим на примере учетов численности зяблика в гнездовой период.

Этот учет был проведен в сорокаметровой полосе на маршруте, протяженностью 14 *км*. Место работ — верхняя граница буковых лесов Карпат. На всем протяжении маршрута такие объективные показатели, как высота над уровнем моря, экспозиция склона, характер древостоя не изменялись. Выбор этого района исследований объясняется тем, что высокогорные леса в настоящее время не вырубаются и там легче найти большие площади однородных биотопов.

Очевидно, что полосу, на которой был проведен учет, можно рассматривать как серию примыкающих друг к другу пробных площадок, данные по которым (разумеется, при наличии соответствующих записей в полевом журнале) являются вариантами. В зависимости от размеров пробных площадок были получены следующие показатели (см. таблицу).

Подобные расчеты были нами проведены и при учете численности других видов птиц, причем, как и следовало ожидать, при уменьшении абсолютного значения среднего (особенно при $x<1$) значительно возрастал стандарт распределения (σ) и связанные с ним другие показатели вариабильности. Объем же обрабатываемого факти-

ческого материала во всех случаях оставался одним и тем же. Следует отметить, что теоретически такой показатель, как необходимый объем работ при заданной точности (P), не зависит от размеров пробных площадок. Однако, справедливо это положение для тех случаев, когда распределение животных строго соответствует пуассоновскому. Рассмотрим причины описанного явления. В статье Р. Л. Наумова (1966) имеется указание, что большинство птиц, в том числе и зяблики, распределяется в природе по закону Пуассона. Наши наблюдения в полном соответствии с предположением, высказанным В. С. Смирновым (1965), показывают, что данные, свидетельствующие о Пуассоновском распределении, получаются тогда, когда учет проводится на мелких пробных площадках. Действительно, сравнивая значение стандартного отклонения, вычисленного как $\sqrt{\bar{x}}$ (что правильно при пуассоновском распределении) и сбычным путем через сумму квадратов отклонений от значения среднего мы видим, что в первом случае при $\bar{x}=5{,}4$ различия оказываются весьма существенными. Так, $\sqrt{\bar{x}}=\sqrt{5{,}4}=2{,}34$. Действительное же значение $\sigma=1{,}71$ (различие — 23,5%), для $\bar{x}=1{,}08$ значение будет соответственно 1,04 и 0,94 (различие — 9,6%), при $\bar{x}=0{,}54$ еще ближе — 0,73 и 0,68 (различие — 6,8%). Таким образом, с уменьшением значения среднего, обусловленного уменьшением размеров учетных площадок, получается, что распределение животных приближается к пуассоновскому, в связи с чем величина стандартного отклонения, вычисленного как $\sqrt{\bar{x}}$, приближается к своему истинному значению. Такие же результаты мы получаем при проверке по равенству центральных и начальных моментов.

Размеры площадок (в *м*)	Среднее количество птиц на площадке	Точность (в %)	Коэффициент вариации C (в %)	Необходимый объем работ при $P=5\%$ и $T=1$ (в *км*)
1000×40	5,40	8,6	32	38,2
200×40	1,08	9,9	83	56,4
100×40	0,54	11,0	130	64,5

Примечание. Величина n—необходимый объем работ (число вариант) определяется по формуле $n=\frac{T^2C^2}{P^2}$, где T—аргумент нормального распределения, C—коэффициент вариации и P—заданный показатель точности (или относительной неточности).

При увеличении абсолютного значения среднего распределение начинает приближаться к нормальному, как это и вытекает из чисто математических выкладок (Урбах, 1964). Изложенные выше соображения наталкивают нас на пародоксальный с первого взгляда вывод — в пределах учетной ленты вычисленный характер распределения одного и того же объекта наблюдений может соответствовать как нормальному, так и пуассоновскому. Однако это противоречие кажущееся, поскольку в действительности мы анализируем характер распределения пробных площадок в зависимости от наличия на них того или иного количества птиц, и уже по этому показателю судим о характере распределения животных в биотопе. Поскольку размеры таких площадок различны, то и характер их распределения в каждом конкретном случае оказывается неодинаковым. В связи с этим возникают серьезные трудности при экстраполяции данных, полученных на пробных площадках или маршрутах, поскольку точность указанных данных каждый раз оказывается разной. Попытаемся выяснить причину происхождения различных характеристик одного и того же явления. При небольших размерах пробных площадок и вследствие этого значениях среднего порядка нескольких единиц мы подвергаем статистической обработке варианты, в которых уже содержится усредненный показатель интересующего нас признака — количества птиц на единицу площади. Действительно, ведь каждый километровый отрезок учетного маршрута содержит в себе данные по пяти 200-метровым, десяти 100-метровым и т. д. площадкам. Естественно, что такие средние показатели варьируют гораздо меньше, чем данные по 100- или 200-метровым отрезкам. Можно рассмотреть это явление и с другой точки зрения. Так, при $\sqrt{\bar{x}}\approx 1$, очевидно, бóльшая часть вариант будет равна 0; 1 и 2. Вероятность же появления значений высшего порядка быстро уменьшается, т. е. наблюдается распределение вариант, характерное для пуассоновского. При втрое больших площадках, когда $\bar{x}=3$, вероятность появления значений 2 и 4 примерно одинакова, равно как и 1 и 5; 0 и 6. Вероятность появления вариант с другими значениями ничтожна. Таким образом, при $\bar{x}=3$ вычисленное распределение уже приближается к нормальному. Разумеется, эта популярная интерпретация известного явления не нова.

Все сказанное заставило нас при изучении характера распределения различных животных на той или иной территории прибегнуть к несколько иному методу записей наблюдений при маршрутном учете. Принцип этого приема давно описан Г. А. Новиковым (1953). Заключается он в измерении расстояния (или времени) между двумя последующими пунктами обнаружений животных. Затем эти величины мы уже рассматриваем как варианты и обрабатываем обычным образом. Используя такой прием для приведенного выше примера учета зябликов, получаем следующие характеристики: $x = 184{,}2$ *м* $\pm 7{,}2\%$. В пересчете на 1 *км* это дает, естественно, ту же величину, что и при использовании других способов учета — 5,4 птицы. Коэффициент вариации оказывается равным 61,4%. Необходимый объем работ — учет на маршруте общей длиной 27,7 *км*, т. е. наименьший. Таким образом, при проведении полевых исследований учет методом определения среднего расстояния значительно выгоднее, чем учет на отрезках маршрута или пробных площадках. Правда, камеральная обработка таких материалов несколько более громоздка, кроме того, такой учет требует обязательного отсчета шагов, что при отсутствии шагомера сильно утомляет. Однако преимущества, заключающиеся в возможности значительного сокращения длины маршрута (что особенно важно в связи с необходимостью проведения учета в возможно более сжатые сроки и в пределах однородного биотопа), по нашему мнению, являются гораздо большими, чем недостатки.

Разумеется, при учете животных одного вида всегда можно подобрать таких размеров пробные площадки или такой протяженности учетные маршруты, при которых необходимый объем работ будет минимальным. Однако он обычно оказывается больше объема работ, выполненного во время учета методом определения среднего расстояния (которое всегда должно переводиться на площадь) между пунктами обнаружения животных. В тех же случаях, когда одновременно учитывается много видов, оптимальные размеры пробной площадки установить невозможно.

Техника получения исходных данных для обработки их методом вариационной статистики при использовании предлагаемого метода не сложна. После выбора биотопа, где предполагается проводить учет, закладываются маршруты, конечные или поворотные пункты которых не должны лежать вблизи границ с другими биотопами. Ширина «защитной полосы» принимается равной среднему диаметру индивидуальных участков для большинства видов учитываемых птиц. Маршруты следует закладывать по методу случайной выборки, руководствуясь какой-либо заранее выбранной схемой. Отступать от этой схемы ни в коем случае нельзя, в каком бы нехарактерном, с точки зрения исследователя, участке биотопа этот маршрут ни оказался. Точно так же соблюдаются и другие правила, общие для всех учетных работ и достаточно полно описанные во всех методических пособиях по экологии позвоночных.

Выбор того или иного метода маршрутного учета существенного значения не имеет, т. е. можно учитывать птиц и в полосе заранее выбранной ширины или же в пределах слышимости пения тех или иных видов. Важно только, чтобы с максимальной тщательностью соблюдались требования, предъявляемые вообще ко всем учетным работам. Запись данных нужно обязательно вести нарастающим итогом, например:

Шаги	Виды птиц	Шаги	Виды птиц
18	Зяблик	66	Лесной конек
28	Трещетка	73	Трещетка
32	Мухоловка серая	96	Зяблик
39	Синица большая	133	Трещетка
48	Зяблик		и т. д.

Очевидно, что расстояние между двумя последующими пунктами обнаружения зяблика выразится числами 48—18=30, 96—48=48 и т. д. Точно также в отношении других птиц определяется расстояние между двумя последующими пунктами их обнаружения как разность между величиной последующей и предыдущей цифры, относящейся к данному виду.

В том случае, если запись ведется не в шагах, а по времени, методика обработки данных не меняется. Полученные после обработки полевых данных цифры (30; 48 и т. д.) обрабатываются как обычный вариационный ряд с нормальным распределением. Техника этих работ хорошо описана в пособии П. Ф. Рокицкого (1961).

В заключение следует подчеркнуть, что рассмотренный методический прием можно использовать только для решения строго определенных задач — изучения характера распределения животных в пределах того или иного биотопа. Его можно рекомендовать при исследованиях популяций. Для экспедиционных зоогеографических или фаунистических работ подобный метод вряд ли применим.

ЛИТЕРАТУРА

Н а у м о в Р. Л. 1965. Методика абсолютного учета птиц в гнездовой период на маршрутах. Зоол. журн., в. 1.

Н о в и к о в Г. А. 1953. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М.

Р о к и ц к и й П. Ф. 1961. Основы вариационной статистики для биологов. Минск.

С м и р н о в В. С. 1965. Методы учета численности млекопитающих. Уральск. филиал АН СССР.

У р б а х В. Ю. 1964. Биометрические методы. М.

Поступила 6.II 1967 г.

ON THE METHODS OF ANIMAL DISTRIBUTION

D. V. Vladyshevsky

(The Carpathian Branch of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Afforestation Amelioration)

Summary

As shown on the example of birds, when studying animal distribution in nature by the method of trial grounds or another one similar to it, it is very difficult to obtain the comparable indices because the types of distribution are changed depending on the dimensions of grounds. When the grounds are small and an average occurence of animals is equal to unit the calculated distribution is closer to the Poisson one, and when the average occurrence of animals is about some units — it is closer to the normal one. For obtaining the comparable objective values as an index of distribution type of animals it is recommended to use the distance between two next points of their occurence.